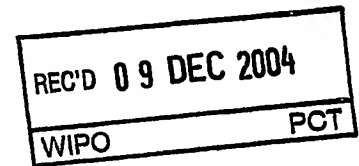


证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本



申 请 日: 2003. 10. 21

申 请 号: 2003101011838

申 请 类 别: 发明

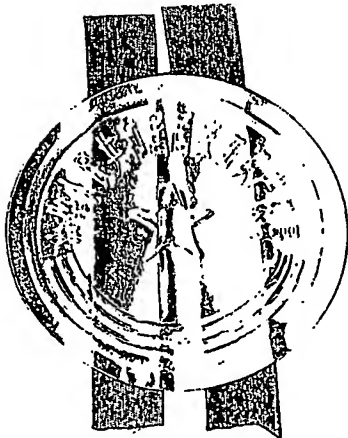
发明创造名称: 无源光网络的动态带宽分配装置及方法

申 请 人: 华为技术有限公司

发明人或设计人: 谭培龙、赵峻、刘昱、洪建明

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY



中华人民共和国
国家知识产权局局长

王 景 川

2004 年 11 月 8 日

权 利 要 求 书

1. 一种无源光网络的动态带宽分配装置, 其特征在于包含

与各类业务对应的上行业务激活光纤网络单元位映射寄存器, 用于存储

5 各类业务的光纤网络单元激活信息;

与各类业务对应的上行业务激活端口位映射表, 用于存储各类业务的端口激活信息;

上行虚拟媒体接入控制子层上报信息表, 用于存储光纤网络单元上报的各业务端口的待发数据长度信息;

10 上行虚拟媒体接入控制子层授权信息表, 用于存储各个业务端口的授权信息;

光纤网络单元状态信息表, 用于存储各个光纤网络单元的状态信息;

光纤网络单元激活超时计数表, 用于存储计数光纤网络单元超时信息。

2. 根据权利要求 1 所述的无源光网络的动态带宽分配装置, 其特征在于, 所述上行业务激活光纤网络单元位映射寄存器包含各光纤网络单元相应的
15 的比特, 用于指示该类业务的光纤网络单元激活信息;

所述上行业务激活端口位映射表包含每个光纤网络单元相应的表项, 由光纤网络单元标识符索引, 表项包含该光纤网络单元的该类业务端口的激活信息;

20 所述上行虚拟媒体接入控制子层上报信息表包含每个光纤网络单元端口相应的表项, 由光纤网络单元标识符加端口偏移索引, 表项包含上报标志、上报信息;

所述上行虚拟媒体接入控制子层授权信息表包含每个光纤网络单元端口相应的表项, 由光纤网络单元标识符加端口偏移索引, 表项包含授权标志、

授权信息;

所述光纤网络单元状态信息表包含每个光纤网络单元相应的表项,由光纤网络单元标识符索引,表项包含光纤网络单元状态信息;

5 所述光纤网络单元激活超时计数表包含每个光纤网络单元相应的表项,由光纤网络单元标识符索引,表项包含上报标志、激活超时计数器。

3. 一种无源光网络的动态带宽分配方法,其特征在于包含以下步骤:

把业务分成快速转发业务、多点控制协议消息业务、确保转发业务、可靠转发业务以及尽力转发业务;

10 其中,所述五类优先级从高到低,动态带宽分配对于不同类业务按优先级高低分别处理,同时把多点控制协议消息分为自动发现多点控制协议消息和非自动发现多点控制协议消息,前者的优先级又高于后者。

4. 根据权利要求3所述的无源光网络的动态带宽分配方法,其特征在于还包含以下步骤:

15 以端口为单位进行动态带宽分配,同一光纤网络单元下业务端口的授权发送窗口进行相邻集中处理以减少保护带的插入从而提高带宽利用率。

5. 根据权利要求3所述的无源光网络的动态带宽分配方法,其特征在于,还包含以下步骤:

通过光纤网络单元信息老化方法,动态处理离线光纤网络单元,释放所占资源。

20 6. 根据权利要求3所述的无源光网络的动态带宽分配方法,其特征在于还包含以下步骤:

按照所述五类业务的优先级高低对各类业务端口进行授权,其中,每一类业务端口的授权包含以下步骤,

A 根据上行业务激活信息确定当前授权端口,或者根据启动计数器启动

自动发现多点控制协议消息，进入步骤 B；

B 在带宽资源允许的情况下进行授权，记录授权信息或者下行多点控制协议类型，进入步骤 C；

5 C 判断是否有端口未授权，如果有，进入步骤 A，否则结束本来业务端口的授权，进入下一优先级业务端口的授权。

7. 根据权利要求 3 所述的无源光网络的动态带宽分配方法，其特征在于，还包含以下授权消息生成步骤：

D 逐个读取光纤网络单元状态信息表表项，进入步骤 E；

10 E 判断当前光纤网络单元是否无效，如果是，进入步骤 D，否则进入步骤 F；

F 读取该光纤网络单元各端口对应的上行虚拟媒体接入控制子层授权信息表表项，进入步骤 G；

G 根据授权信息生成承载授权消息的下行多点控制协议消息，进入步骤 H；

15 H 清除该上行虚拟媒体接入控制子层授权信息表表项授权标志，进入步骤 I；

I 判断是否已读完所有光纤网络单元状态信息表表项，如果是，则表明已完成所有光纤网络单元授权消息的生成，结束本周期的授权消息生成过程，否则返回步骤 D 继续读取光纤网络单元状态信息表。

20 8. 根据权利要求 5 所述的无源光网络的动态带宽分配方法，其特征在于，还包含以下光纤网络单元信息老化步骤：

J 逐个读取光纤网络单元状态信息表表项，进入步骤 K；

K 判断当前光纤网络单元是否有效，如果是，则进入步骤 L，否则，返回步骤 J；

L 读取该光纤网络单元对应的光纤网络单元激活超时计数表表项，进入步骤 M；

M 根据是否上报多点控制协议消息，对激活超时计数器进行清零或递增计数操作，并清除上报标志，进入步骤 N；

5 N 判断激活超时计数器是否超过离线阈值，如果是，表明该光纤网络单元已离线，进入步骤 O；否则，表明该光纤网络单元在线，进入步骤 P；

O 置该光纤网络单元对应的光纤网络单元状态信息表表项为无效状态，并释放该光纤网络单元的相关资源，进入步骤 P；

10 P 判断是否已读完所有光纤网络单元状态信息表表项，如果是，则结束本周期的光纤网络单元信息老化过程，否则返回步骤 J 继续读取光纤网络单元状态信息表。

说明书

无源光网络的动态带宽分配装置及方法

技术领域

5 本发明涉及光通信领域，特别涉及无源光网络的动态带宽分配装置及方法。

背景技术

10 无源光网络 (Passive Optical Network, 简称"PON") 是指光配线网中不含有任何电子器件及电子电源，全部由光分路器等无源器件组成，不需要贵重的有源电子设备的一种光接入网。PON 作为一种新兴的覆盖最后一公里的宽带接入光纤技术，其在光分支点不需要节点设备，只需安装一个简单的光分支器即可，因此具有节省光缆资源、带宽资源共享、节省机房投资、设备安全性高、建网速度快、综合建网成本低等优点。PON 的低成本已经使其成为光纤到大楼 (Fiber To The Building, 简称"FTTB")、光纤到路边 (Fiber To The Curb, 简称"FTTC")、光纤到家庭 (Fiber To The Home, 简称"FTTH")
15 等 FTTx 网络的最理想的宽带接入方式。

PON 作为目前光接入网的主要类型，主要分为异步传输模式无源光网络 (ATM Passive Optical Network, 简称"APON") 和以太网无源光网络 (Ethernet Passive Optical Network, 简称"EPON")，是点到多点的主从控制结构，如图 1 所示，光纤线路终端 (Optical Line Terminal, 简称"OLT") 为主
20 主结点设备，通过光分路器与多个光纤网络单元 (Optical Network Unit, 简称"ONU") 相连，并进行 ONU 注册、待发数据授权、媒体接入控制子层 (Media Access Control sub layer, 简称"MAC") 消息交互等处理；ONU 为从结点设备，响应 OLT 发现消息，上报待发数据长度，根据授权信息进行各端口数据的发送，并且下挂多个用户终端，支持多业务并行。在光接入网的此种框
25 架结构下，如何合理分配带宽、有效利用网络资源并满足业务需求，成为

PON MAC 方案中很重要的内容。

光接入网中，带宽分配有两种方式：静态带宽分配（Static Bandwidth Allocation，简称"SBA"）和动态带宽分配（Dynamic Bandwidth Allocation，简称"DBA"）。静态带宽分配固定分配各 ONU 或其端口的带宽，未用时隙不能被抢占，带宽利用率比较低，并且对高突发率的自相似业务适应力不强。动态带宽分配算法是一种基于当前用户业务需求进行快速带宽重分配的机制或算法，可根据 ONU 突发业务的要求，通过在 ONU 之间动态调节带宽来提高 PON 带宽利用率。

目前有多种动态带宽分配方法，比如，以加州大学 Davis 分校、Alloptic 公司雇员 Glen Kramer 为主提出的称为周期自适应交叉轮循（Interleaved Polling with Adaptive Cycle Time，简称"IPACT"）的 PON 动态带宽分配方法；国际电信联盟标准部（International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector，简称"ITU-T"）的 G.983.4 标准提出的一种特别针对 APON 的 DBA 协议等。

在美国专利 US6546014 中描述的 IPACT 方法的主要思路是来自前一个 ONU 的发送数据到达 OLT 之前就轮循下一个 ONU 以确定是否授权及授权额度等信息。下面参照图 2 描述这一方法的某些细节，图中以一个 OLT 与三个 ONU 通信为例进行方法描述。假定某轮询周期开始时刻 t_0 ，OLT 有每个 ONU 的待发数据长度及环路传输时延（Round Trip Time，简称"RTT"）信息，并存储在轮询表（Polling Table）中。

如图 2 中(a)所示，OLT 在轮询周期开始时，给 ONU1 发送授权信息，允许其发送 6000 字节。收到授权信息后，ONU 发送数据直到授权窗口结束。在向 OLT 发送数据的同时，ONU 一直从下挂的用户终端接收数据，并做缓存。在发送数据的最后，ONU 产生下一轮待发数据信息，并上报。图中为 550 字节。

如图 2 中(b)所示, 在收到前一个 ONU 的响应之前, OLT 计算前一个 ONU 数据的最后一个比特到达的时间: 第一比特的到达时间 (该 ONU 的 RTT) 加上该 ONU 授权的发送数据长度。于是 OLT 便可根据下一 ONU 的 RTT 信息, 在确切的时刻发送下一 ONU 的授权信息, 使得前后两个 ONU 的数据发送窗口仅相差一个保护带。

如图 2 中(c)所示, 当 ONU1 的数据全部被 OLT 接收以后, OLT 根据附带的下一轮待发数据信息更新轮询表中的信息, 作为下一轮轮询周期的参考数据。对于 RTT 信息的更新, OLT 通过对授权信息发送和数据接收的跟踪获取。

如图 2 中(d)所示, OLT 对 ONU2、ONU3 做同样处理。

当某个 ONU 中缓存数据为空时, 上报的下一轮待发数据置为零, 这样授权的窗口为零, ONU 照样可以在下次上报的待发数据请求中申请授权窗口。

如果 OLT 授权每个 ONU 在一次发送过程中发送完其所有缓存中的内容, 则数据量大的那些 ONU 可能会独占整个带宽。为避免这一点, OLT 将限制最大发送量。每个 ONU 将被授权发送其前一周期请求的数据量, 但不超过预定的最大限制, 即最大发送窗口尺寸。对数据发送量最大限制的不同设定, 将产生若干不同的方案。比如是固定的, 基于服务水平协议 (Service Level Agreement, 简称"SLA"), 这种方案忽略请求窗口大小而总是授予最大发送窗口; 或者受限的, 其授权请求字节数但不超过最大发送窗口; 或者常量信用额度 (Constant Credit), 其在请求窗口之上加一常量信用额度; 或者线性信用额度 (Linear Credit), 其在请求窗口之上加一与请求窗口成线性比例关系的信用额度; 或者弹性的, 其试图去除固定最大窗口的限制, 唯一限制因素为最大周期时间。

IPACT 的控制消息不是标准的 APON 或 EPON 规定消息, 其在数据流

中插入转义码 (Escape, 简称"ESC") 字符以标识后面为控制消息数据, 后
跟随 ONU 结点标识 (Node Identifier, 简称"NID") 和请求授权窗口尺寸
(Window Size, 简称"WS")。

另外, 在 ITU-T G.983.4 标准提出的 DBA 协议中, 把来自 ONU 的业务
分成几种类型的传输适配容器 (Transmission Container, 简称"T-CONT"),
本质上为承载异步传输模式 (Asynchronous Transfer Mode, 简称"ATM") 的
虚通路 (Virtual Path, 简称"VP") 或虚通道 (Virtual Channel, 简称"VC")
的"管道", 具有不同服务质量 (Quality of Service, 简称"QoS") 要求的 VP
和 VC 到 T-CONT 的复用为可编程的。每种 T-CONT 类型有其特定的带宽分
配要求。按照处理业务的优先级由高到低分为 4 类适配器, 分别为 T-CONT1、
T-CONT2、T-CONT3 和 T-CONT4, T-CONT5 可以对所有的业务适配, 其
目的是为了减少传输适配容器的数量。而带宽分配要求有四种类型: 固定带
宽, 保证带宽, 非保证带宽和尽力传输带宽。

该 DBA 协议有三种策略: 非状态上报 (Non-Status-Reporting, 简称
"NSR"), 状态上报 (Status-Reporting, 简称"SR") 和混合类型。对于 NSR
策略, OLT 要进行业务监控; 对于 SR 策略, ONU 和光网络终端 (Optical
Network Terminal, 简称"ONT") 要发送状态报告给 OLT; 对于混合策略,
OLT 既要进行业务监控, 又要处理来自 ONU/ONT 的状态报告。

SR 策略中, ONU 采集除 T-CONT1 之外传输适配器的状态, 通过物理
层操作管理维护 (Physical Layer Operation、Administration、Maintenance,
简称"PLOAM") 信息帧上报给 OLT。OLT 根据上行 PLOAM 信息得出 ONU
中各容器的状态, 根据算法分配确保带宽、未确保带宽和尽力传输带宽给各
容器其中, 带宽分配采用了各种调度方法来实现其公平性。比如有无记忆、
逐步递增、逐步增减等算法。

这些算法的带宽更新区别为, 当检测到某 T-CONT 有拥塞时, 无记忆算

法分配更多资源给该组，分配的资源与先前分配资源无关；逐步递增算法则在先前分配资源的基础上，渐次增加更多资源分配给该组；逐步增减算法在先前分配资源的基础上，逐步减少其他组资源，以增加分配给该组的资源。

- 在实际应用中，上述方案存在以下问题：只能应用在单一性质的系统，
- 5 不能根据不同策略区分处理不同类型的业务，无法满足多种业务类型的 QoS 需求，无法按照用户业务端口进行带宽分配，无法动态处理 ONU 离线的情况。

- 造成这种情况的一个主要原因在于，均没有对不同业务设置不同的分配策略；技术方案一中轮询周期是随着数据量自适应变化的，导致同一业务的数据发送不定时，不能满足时延均匀的实时性业务的需求；技术方案二中采
- 10 取 Round-Robin 式固定顺序轮循，是专门针对面向连接的、协议数据单元（Protocol Data Unit，简称"PDU"）定长的 APON 应用，而带宽更新机制针对的是 T-CONT，不能按照不同端口进行带宽分配处理。

发明内容

- 15 本发明要解决的技术问题是提供一种无源光网络的动态带宽分配装置及方法，使得动态带宽分配方法实现业务透明，能适应不同类型业务需求，提高带宽利用率，实现带宽公平分配，健壮性好，实时性强，并且能对不同端口进行带宽分配，同时支持 ONU 的离线带宽释放。

- 为了解决上述技术问题，本发明提供了一种无源光网络的动态带宽分配
- 20 装置，包含

与各类业务对应的上行业务激活光纤网络单元位映射寄存器，用于存储各类业务的光纤网络单元激活信息；

与各类业务对应的上行业务激活端口位映射表，用于存储各类业务的端口激活信息；

上行虚拟媒体接入控制子层上报信息表,用于存储光纤网络单元上报的各业务端口的待发数据长度信息

上行虚拟媒体接入控制子层授权信息表,用于存储各个业务端口的授权信息;

5 光纤网络单元状态信息表,用于存储各个光纤网络单元的状态信息;

光纤网络单元激活超时计数表,用于存储计数光纤网络单元超时信息。

其中,所述上行业务激活光纤网络单元位映射寄存器包含各光纤网络单元相应的比特,用于指示该类业务的光纤网络单元激活信息;

所述上行业务激活端口位映射表包含每个光纤网络单元相应的表项,由
10 光纤网络单元标识符索引,表项包含该光纤网络单元的该类业务端口的激活信息;

所述上行虚拟媒体接入控制子层上报信息表包含每个光纤网络单元端口相应的表项,由光纤网络单元标识符加端口偏移索引,表项包含上报标志、上报信息;

15 所述上行虚拟媒体接入控制子层授权信息表包含每个光纤网络单元端口相应的表项,由光纤网络单元标识符加端口偏移索引,表项包含授权标志、授权信息;

所述光纤网络单元状态信息表包含每个光纤网络单元相应的表项,由光纤网络单元标识符索引,表项包含光纤网络单元状态信息;

20 所述光纤网络单元激活超时计数表包含每个光纤网络单元相应的表项,由光纤网络单元标识符索引,表项包含上报标志、激活超时计数器。

本发明还提供了一种无源光网络的动态带宽分配方法,包含以下步骤:

把业务分成以下五类:快速转发业务、多点控制协议消息业务、确保转发业务、可靠转发业务、尽力转发业务,

其中，所述五类优先级从高到低，动态带宽分配对于不同类业务按优先级高低分别处理，同时把多点控制协议消息分为自动发现多点控制协议消息和非自动发现多点控制协议消息，前者的优先级又高于后者。

其中，还包含以下步骤：

- 5 以端口为单位进行动态带宽分配，同一光纤网络单元下业务端口的授权发送窗口进行相邻集中处理以减少保护带的插入从而提高带宽利用率。

还包含以下步骤：

通过光纤网络单元信息老化方法，动态处理离线光纤网络单元，释放所占用资源。

- 10 还包含以下步骤：

按照所述五类业务的优先级高低对各类业务端口进行授权，其中，每一类业务端口的授权包含以下步骤，

A 根据上行业务激活信息确定当前授权端口，或者根据启动计数器启动自动发现多点控制协议消息，进入步骤 B；

- 15 B 在带宽资源允许的情况下进行授权，记录授权信息或者下行多点控制协议类型，进入步骤 C；

C 判断是否有端口未授权，如果有，进入步骤 A，否则结束本来业务端口的授权，进入下一优先级业务端口的授权。

还包含以下授权消息生成步骤：

- 20 D 逐个读取光纤网络单元状态信息表表项，进入步骤 E；

E 判断当前光纤网络单元是否无效，如果是，进入步骤 D，否则进入步骤 F；

F 读取该光纤网络单元各端口对应的上行虚拟媒体接入控制子层授权

信息表表项，进入步骤 G；

G 根据授权信息生成承载授权消息的下行多点控制协议消息，进入步骤 H；

H 清除该上行虚拟媒体接入控制子层授权信息表表项授权标志，进入步骤 I；

I 判断是否已读完所有光纤网络单元状态信息表表项，如果是，则表明已完成所有光纤网络单元授权消息的生成，结束本周期的授权消息生成过程，否则返回步骤 D 继续读取光纤网络单元状态信息表。

还包含以下光纤网络单元信息老化步骤：

10 J 逐个读取光纤网络单元状态信息表表项，进入步骤 K；

K 判断当前光纤网络单元是否有效，如果是，则进入步骤 L，否则，返回步骤 J；

L 读取该光纤网络单元对应的光纤网络单元激活超时计数表表项，进入步骤 M；

15 M 根据是否上报多点控制协议消息，对激活超时计数器进行清零或递增计数操作，并清除上报标志，进入步骤 N；

N 判断激活超时计数器是否超过离线阈值，如果是，表明该光纤网络单元已离线，进入步骤 O；否则，表明该光纤网络单元在线，进入步骤 P；

O 置该光纤网络单元对应的光纤网络单元状态信息表表项为无效状态，并释放该光纤网络单元的相关资源，进入步骤 P；

20 P 判断是否已读完所有光纤网络单元状态信息表表项，如果是，则结束本周期的光纤网络单元信息老化过程，否则返回步骤 J 继续读取光纤网络单元状态信息表。

通过比较可以发现，本发明的技术方案与现有技术的区别在于，把业务

7
分成五类，按优先级从高到底依次为：快速转发业务、多点控制协议消息业务、确保转发业务、可靠转发业务、尽力转发业务；动态带宽分配对于不同类业务按优先级高低分别处理；以端口为单位进行动态带宽分配，同一光纤网络单元下的端口进行集中处理，减少保护带宽；使用光纤网络单元信息老化方法，动态处理离线光纤网络单元，释放所占用资源。

这种技术方案上的区别，带来了较为明显的有益效果，即使得动态带宽分配对业务透明，能适应 TDM/EF、AF、DF 及 MPCP 消息的必须转发和 CPU/OAM 的确保转发等多种业务需求，提高带宽利用率，公平分配带宽，健壮性好，实时性强，更加有效利用带宽资源，避免资源浪费。

10 附图说明

图 1 是无源光网络结构示意图；

图 2 是周期自适应交叉轮循方法的原理示意图；

图 3 是根据本发明的一个实施例的上行业务激活 ONU Bitmap 寄存器和相应的上行业务激活端口 Bitmap 表的结构图；

15 图 4 是根据本发明的一个实施例的上行 vMAC 上报信息表结构图；

图 5 是根据本发明的一个实施例的各类业务的授权方法流程图；

图 6 是根据本发明的一个实施例的上行 vMAC 授权信息表结构图；

图 7 是根据本发明的一个实施例的 ONU 状态信息表结构图；

图 8 是根据本发明的一个实施例的授权消息生成方法流程图；

20 图 9 是根据本发明的一个实施例的 ONU 激活超时计数表结构图；

图 10 是根据本发明的一个实施例的 ONU 信息老化方法流程图。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发

明作进一步地详细描述。

首先需要指出，在本发明所提出的无源光网络的动态带宽分配方法中，包含业务注册、带宽分配、授权消息、ONU 信息老化。本发明将各种业务进行分类，并且对于不同类型的业务安排不同的数据结构实行不同分配策略。本发明还将同一 ONU 下的不同端口分别处理。另外，本发明还对 ONU 状态进行监控，动态释放离线 ONU 的资源。下面详细描述本发明的一个实施例。

为了将业务进行分类，对不同端口分别处理，需要设置各种类型业务的数据结构和端口的数据结构，以便系统进行分类处理。在本发明的一个实施例中，按照优先级将业务分为以下几类：

快速转发业务，如时分复用（Time Division Multiplex，简称"TDM"）、加速转发（Expedited Forwarding，简称"EF"）等，这里统称为 EF 业务，此类业务需要均匀延时的实时转发，而且带宽基本不受限制，因此优先级最高；

多点控制协议（Multi-Point Control Protocol，简称"MPCP"）消息业务，MPCP 消息是用于系统正常 MPCP 通信的，分为自动发现 MPCP 消息和非自动发现 MPCP 消息，MPCP 消息的有关参数都是固定的，本发明还将根据 ONU 及时的 MPCP 消息判断是否其在线；

确保转发（Must Forwarding，简称"MF"）业务，如中央处理单元（Central Process Unit，简称"CPU"）的消息、OAM 的消息，此类业务需要保证消息正确传送，用于运行、管理、维护和预置模块（Operation Administration, Maintenance and Provisioning，简称"OAM&P"）及 OLT 与 ONU 间通讯，因此优先级也较高；

可靠转发业务，即可靠转发（Assured Forwarding，简称"AF"），此类业务需要保证指定的最低带宽，但对实时性要求不高；

尽力转发业务，如缺省转发（Default Forwarding，简称"DF"），此类没

有最低带宽要求，所以优先级最低。

本发明采用集中控制上报信息的方式，OLT 对每个 ONU 的状态进行管理。在本发明的一个较佳实施例中，ONU 的自动发现和注册过程的消息交互采用，国际电气电子工程师协会 IEEE802.3ah 标准的消息交互过程。

5 为了在进行数据发送授权时便于分业务、分优先级地轮循，在本发明的一个较佳实施例中，设置各种业务的上行业务激活 ONU 位映射 (Bitmap) 寄存器来保存各种业务的 ONU 激活信息，比如上行 MPCP 激活 ONU Bitmap 寄存器 (Ingress MPCP Active Bitmap, 简称"IMAB")、上行 MF 业务激活 ONU Bitmap 寄存器 (Ingress Must Forwarding Active Bitmap, 简称"IMFAB")、
10 上行 EF 业务激活 ONU Bitmap 寄存器 (Ingress Expedited Forwarding Active Bitmap, 简称"IEFAB")、上行 AF 业务激活 ONU Bitmap 寄存器 (Ingress Assured Forwarding Active Bitmap, 简称"IAFAB")、上行 DF 业务激活 ONU Bitmap 寄存器 (Ingress Default Forwarding Active Bitmap, 简称"IDFAB")；同时以端口为单位的业务有 EF、AF、DF 等，这些业务还需设置上行业务激活
15 端口位映射 (Bitmap) 表来保存这些业务在端口的激活信息，比如上行 EF 业务激活 Bitmap 表 (Ingress Expedited Forwarding Active Bitmap Table, 简称"IEFABT")、上行 DF 业务激活 Bitmap 表 (Ingress Assured Forwarding Active Bitmap Table, 简称"IAFABT")、上行 AF 业务激活 Bitmap 表 (Ingress Default Forwarding Active Bitmap Table, 简称"IDFABT")。

20 如图 3 所示，上行业务激活 ONU Bitmap 寄存器包含 N 个 ONU 的相应的位 (bit)，用于指示该 ONU 的此类业务是否被激活，比如 1 表示激活、0 表示未激活；图中右侧的上行业务激活端口 Bitmap 表包含 N 个 ONU 的相应的表项，每个表项的内容 (content) 存储着相应的 ONU 所下挂的各个端口的此类业务是否被激活的信息，比如是每个端口对应着一位，1 表示激活、
25 0 表示未激活，而系统将这些表存放在存储器中，且可以根据相应的光纤网络单元标识符 (Optical Network Unit Identifier, 简称"ONUID") 来索引 (index)

26
相应的 ONU 的表项，以方便读写端口业务激活信息。

需要说明的是，在业务注册过程中，为 ONU 分配的逻辑链路标识符 (Logical Link Identifier, 简称"LLID") 为{ONUID, 端口激活 Bitmap}的形式，这种形式便于使用 ONUID 和各端口偏移 (Offset) 进行各种业务激活信息、带宽分配信息表的检索，也便于组播业务的开展。

ONU 在注册过程中其 MPCP 端口即被激活，激活信息加入 IMAB 中；ONU 注册后则 MF 端口激活，激活信息加入 IMFAB 中，这里每个 ONU 缺省都有 CPU 和 OAM 的业务。

ONU 注册成功后向 OLT 的 CPU 请求带宽指配，网管通过与 OLT 的 CPU 的交互进行带宽信息的传递。带宽信息包含 EF 业务端口的激活，AF 及 DF 业务端口的激活及该端口的带宽。EF、AF 及 DF 业务端口的激活信息分别加入 IEFAB、IAFAB、IDFAB 中和 IEFABT、IAFABT、IDFABT 的相应表项中，IEFAB、IAFAB、IDFAB 的相应位分别反映该 ONU 是否有 EF、DF、AF 业务激活的信息，IEFABT、IAFABT、IDFABT 的相应表项则标识出该 ONU 的那些端口的 EF、DF、AF 业务被激活。

对于需要进行带宽控制的业务端口，设置相应的带宽信息表 (Bandwidth Information Table, 简称"BIT")，用于存放每个固定轮询周期 (即虚拟帧周期) 内发送的数据量，称为发送量子 (Transmit Quantum)，其单位可以是字节 (Byte)、字 (Word) 等。同样的系统根据 ONUID 和各端口偏移 (Offset) 进行表项检索。

OLT 通过与网管的交互，可以动态操作修改上行业务激活 ONU Bitmap 寄存器相关位、激活端口 Bitmap 表相关表项及带宽信息表相关表项的内容，从而实现了 ONU 业务端口的动态插入删除和带宽信息的重配置。

每个轮询周期中，ONU 通过 IEEE802.3ah 标准的 REPORT 消息向 OLT 上报待发数据长度，每个消息包含有 8 个队列数据长度上报项，并预定各个

7.1

队列和 ONU 端口间对应关系, 使得 OLT 能够区分上报长度来自哪个端口。同时设定各个队列的有效标志, 比如划分 8 个比特对应的标志 8 个队列是否有效项、或者将无效队列长度置为零以标志该项无效。当 ONU 下挂端口大于 8 个时, 采用多个 REPORT 消息表征, 消息中附带序号, 以标识一个周期中多个 REPORT 的连续性, 使得 OLT 可以根据接收到的多个消息确定各上报项来自哪个端口。

为了对各个端口的上报信息进行分别处理, OLT 将上报待发数据长度信息存储于以虚拟 MAC (Virtual MAC, 简称"vMAC") 分类的上行 vMAC 上报信息表 (Report Information Table, 简称"RIT") 中, 图 4 示出了该表的结构: 各个表项相应于各个 ONU 端口的上报信息, 并且系统由 ONUID 索引; 对于普通业务, 如 OAM、CPU 及通常的转发业务等数据, 表项包含上报标识 (Reported Flag)、上报待发数据长度 (Report), 其中"上报标识"标志当前虚拟帧周期内该 vMAC 是否上报待发数据, "上报待发数据长度"的数字单位与带宽信息表中发送量子的单位保持一致; 对于 MPCP 消息业务, 表项包含上报标识 (Reported Flag)、上行 MPCP 消息类型域 (Type)、保留域 (Reserved), 其中上行 MPCP 消息类型域指明该上行 MPCP 消息的类型, 如"REGISTER_REQ"、"REGISTER_ACK"和"Normal REPORT"等, 使得 OLT 能区分 ONU 所在注册阶段以便明确应当生成的下行 MPCP 消息类型。由于 EF 业务在确定了虚拟帧周期后, 端口在一个虚拟帧周期内可发送的数据长度是一定的, 因此无须进行待发数据长度上报。

带宽分配, 即业务数据发送授权, 是 OLT 根据业务 ONU 端口激活信息、带宽分配信息、上报信息等按照业务优先级轮询授权的过程。为了满足 EF 业务的 QoS 保证, 授权的周期为虚拟帧周期, 其他的带宽分配操作均按照虚拟帧周期进行。下面参照图 5 详细说明本发明的一个实施例的上行业务数据发送授权方法。

本发明按照业务优先级从高到低分别是 EF 业务、自动发现 MPCP、非

自动发现 MPCP、MF 业务、AF 业务、DF 业务的顺序轮询授权。

为了方便 OLT 对各类上行业务发送授权消息，本发明设置上行 vMAC 授权信息表（Grant Information Table，简称 GIT），用于存储业务发送授权产生的授权信息，当在上行接收过程中，OLT 读取授权信息表中的数据，并产生授权消息，发送至相应 ONU，完成带宽动态分配过程。

图 5 示出了各类业务的授权方法流程。

在步骤 501 中，根据上行业务激活信息确定当前授权端口，或者根据启动计数器启动自动发现 MPCP 消息。对于 EF、MF、AF、DF 及非自动发现 MPCP 等业务，所述上行业务激活信息包含各类业务的上行业务激活 ONU Bitmap 寄存器和上行业务激活端口 Bitmap 表，轮询这些信息得到当前需要操作的该类业务端口。对于自动发现 MPCP，为了动态注册新上线的 ONU，设定一个自动发现 MPCP 的启动计数器，每次计满则启动，实现周期启动自动发现 MPCP 过程并不占用过多带宽。

接着进入步骤 502，在带宽资源允许的情况下进行授权，记录授权窗口信息或者下行 MPCP 类型。带宽资源是否允许的判断是根据端口指配带宽，即一个虚拟帧周期内允许发送的数据量，或者 MPCP 的固定数据量，以及当前虚拟帧周期内剩余带宽来判断，前者大于后者时，带宽资源允许，可以进行授权；或者对于 AF 业务，只有当端口有待发数据上报，并且上报的待发数据量不大于剩余可发送数据量也不大于该端口带宽指配发送数据量与亏欠量的和，才判断为带宽资源允许；或者对于 DF 业务，只有当端口有待发数据上报并且剩余可发送数据量不小于上报数据量和带宽指配最大可发送数据量两者中最大者，才判断为带宽资源允许。

其中，对于 EF 业务，根据预定数据到达时间戳、与本虚拟帧周期内的前端口属于不同 ONU 时需要加入的保护带，确定其数据发送起始时间（Start Time）和数据发送长度（Length），并记录到该类业务的 GIT 的该

端口的相应表项中。其中所述预定数据到达时间戳是指预先确定的下一上行虚拟帧周期内数据到达时间标识，该时间标识的参考标准为 OLT 处的自由振荡时钟。

对于 MPCP 消息业务，根据当前 MPCP 端口的 RIT 上行消息类型确定下行 MPCP 消息类型，自动发现 MPCP 为固定类型，并将所述 MPCP 类型和授权标志写入 MPCP 端口相应 GIT 表项中。

对于 MF、DF 业务，根据端口 RIT 中上报数据长度信息、已有授权亏欠量对其授权对应长度窗口，并写入相应 GIT 表项中。

对于 AF 业务，根据端口 RIT 中上报数据长度信息和已有授权亏欠量对其授权对应长度窗口，同时计算新的授权亏欠量，并写入相应 GIT 表项中。

接着进入步骤 503，更新相关信息。更新相关信息的操作包含，更新当前虚拟帧周期内剩余带宽，更新 EF 业务中当前预定数据到达时间戳及虚拟帧周期内剩余带宽，清零自动发现 MPCP 的启动计数器，清除 MF、AF、DF 中对应 RIT 表中上报标志等，其中清除 RIT 表中的上报标志是为了避免下一虚拟帧周期不发生重复授权。

在本发明的一个较佳实施例中，AF 业务的授权调度方法采用漏桶型算法。熟悉本领域的技术人员可以理解，AF 业务的授权调度也可以采用加权轮询算法，而不影响本发明的实质和范围。

接着进入步骤 504，判断是否有端口未授权，如果有，进入步骤 501，否则结束本来业务端口的授权，进入下一优先级业务端口的授权。其中，自动发现 MPCP 每周期最多只有一次授权，所以直接进入下一优先级业务端口的授权。

图 6 示出了上行 vMAC 授权信息表的数据结构，各个表项相应于各个 ONU 端口的授权信息，并且系统由 ONUID 索引；对于上行 EF 业务，表项包含授权标志（Granted Flag）、数据发送起始时间（StartTime）、数据发

74

送长度 (Length)，其中授权标志指示该业务端口是否被授权，数据发送起始时间即该端口被授权可以开始发送的时间，数据发送长度即该端口被授权可以发送数据的长度；对于上行 MF 业务，表项包含授权标志 (Granted Flag)、预留域 (Reserved)、数据发送长度 (Length)，预留域即尚未定义的部分；

5 对于 MPCP 端口，表项包含授权标志 (Granted Flag)、下行 MPCP 消息类型 (Type)、预留域 (Reserved)，其中下行 MPCP 消息类型包含 "Discovery GATE"、"Normal GATE"、"REGISTER&GATE"，这里 "GATE" 类型的下行 MPCP 专门用于承载授权消息；对于其他业务，表项包含授权标志 (Granted Flag)、亏欠计数器 (Deficit Cnt)、数据发送长度 (Length)，其中亏欠计

10 数器用于记录该端口的授权亏欠量，授权亏欠量反映该业务端口在以前的上行业务周期中累计的授权带宽多于上报带宽的程度，系统通过授权亏欠量来平衡 AF、DF 业务的 QoS 保证。在业务数据发送授权阶段，只对 EF 业务授权数据发送起始时间，其他业务中自动发现 MPCP 的注册窗口对 ONU 数目及最长扩展距离确定的 PON 系统来说也是确定的，非自动发现 MPCP 由于

15 MPCP 消息长度是固定的故其授权长度也是固定的，它们的授权长度不再写入授权信息表，AF 和 DF 业务端口的授权长度由于不固定要写入授权信息表。

为了便于管理 ONU，本发明还设置了 ONU 状态信息表 (Status Information Table，简称 "SIT")，用于表征 ONU 的状态信息。ONU 状态信息表是在 MPCP 消息交互过程中生成的，ONU 所处状态根据当前 OLT 与

20 ONU 间所交互的消息类型确定。图 7 示出了状态信息表的数据结构，每个 ONU 对应一个表项，系统由 ONUID 索引，表项包含 ONU 状态信息 (ONU Status)。在本发明的一个较佳实施例中，用 2 个比特表示 ONU 状态信息，分别是无效 (Invalid Entry)、已注册 (Registered ONU)、注册中 (Registering

25 ONU)，其中无效表示该 ONUID 未分配给任何 ONU，已注册表示该 ONU 已完成注册过程可以正常进行业务数据转发，注册中表示该 ONU 正处在注

75
册过程中，注册中的 ONU 的具体当前交互消息可通过该 ONU 的 MPCP 端口上报信息表（RIT）表项和授权信息表（GIT）表项得知。

在完成业务发送授权操作以后，OLT 将在虚拟帧周期中生成授权消息并在一定的时刻发送授权消息至相应 ONU。授权消息生成的原则是：为了
5 对每个 ONU 的端口业务生成尽量少的授权消息，同时也是为了在上行数据流中少插入 ONU 间保护带及同步时间段，除了 EF 外其他端口业务的授权发送窗口是前后紧邻的，所以除 EF 外的其他端口的授权数据发送起始时间是在授权消息生成阶段确定并写入授权消息中的。

图 8 示出了根据本发明的一个实施例的授权消息生成方法的流程。

10 如图所示，在步骤 801 中，逐个读取 ONU 状态信息表表项。系统以 ONU 为单位进行授权消息生成，使得授权消息在类型为"GATE"的下行 MPCP 消息中承载，并且可以处理同一 ONU 的业务端口的统一授权。

接着进入步骤 802，判断当前 ONU 是否无效，如果是，进入步骤 801，
15 否则进入步骤 803。如果当前 ONUID 对应的 ONU 状态信息为无效，则不进行授权，继续往下读取状态信息表。

在步骤 803 中，读取该 ONU 各端口对应的 GIT 表项。授权信息在授权过程中存储于授权信息表中，读取各端口对应的表项可以获取该端口授权信息。此后进入步骤 804。

在步骤 804 中，根据授权信息生成下行 MPCP 消息。系统将授权消息
20 通过下行 MPCP 消息承载，首先根据 ONU 所处状态及授权的 MPCP 消息类型确定下行 MPCP 消息类型，然后根据各 vMAC 端口授权情况和由业务数据发送授权阶段继承来的已授权预定数据发送时间戳，来确定各 vMAC 端口的授权数据发送起始时间，并把授权相关信息写入生成的下行 MPCP 消息中。

25 接着进入步骤 805，清除该 GIT 表项授权标志，以避免授权信息重复生

成。

接着进入步骤 806, 判断是否已读完所有状态信息表表项, 如果是, 则表明已完成所有 ONU 授权消息的生成, 结束本虚拟帧周期的授权消息生成过程, 否则返回步骤 81 继续读取状态信息表。

- 5 最后, 本发明给出了处理离线 ONU 或者故障 ONU 的方法, 即 ONU 信息老化过程。系统设置 ONU 激活超时计数表, 给每个 ONU 的不响应时间进行计数, 如果计数值超过规定的离线阈值, 则判定该 ONU 已无效, 释放无效 ONU 的资源。

10 图 9 示出了 ONU 激活超时计数表的数据结构, 每个 ONU 对应一个表项, 系统由 ONUID 索引, 表项包含上报标志 (Reported)、激活超时计数器 (Active Timeout Count, 简称"ATC")。

图 10 示出了根据本发明的一个实施例的 ONU 信息老化方法流程,

如图所示, 在步骤 101 中, 逐个读取 ONU 状态信息表表项。系统根据 ONUID 索引。

- 15 接着进入步骤 102, 判断当前 ONU 是否有效, 如果是, 则进入步骤 103, 否则, 返回步骤 101, 对无效 ONU 不予处理, 继续往下读取。

在步骤 103 中, 读取该 ONU 对应的激活超时计数表表项, 用于判断该 ONU 是否离线, 此后进入步骤 104。

- 20 在步骤 104 中, 根据是否上报 MPCP 消息, 对激活超时计数器进行清零或计数操作, 并清除上报标志。系统根据该 ONU 在本虚拟帧周期内是否上报 MPCP 消息对激活超时计数器操作, 如果是, 则清零, 否则计数。

接着进入步骤 105, 判断激活超时计数器是否超过离线阈值, 如果是, 表明该 ONU 已离线, 进入步骤 106; 否则, 表明该 ONU 在线, 进入步骤 107。

在步骤 106 中，置该 ONU 对应的 ONU 状态信息表表项为无效状态，并释放该 ONU 的相关资源，此后进入步骤 107。对于离线 ONU，系统在状态信息表设置无效，标志该 ONU 不存在。该 ONU 的相关资源包含：上行业务激活 Bitmap 寄存器 IMPAB、IMFAB、IEFAB、IAFAB、IDFAB 的相应位，上行业务激活 Bitmap 表 IEFAT、IAFAT、IDFAT 的相应表项，带宽信息表的相应表项，以及原先分配给该 ONU 的 ONUID。

在步骤 107 中，判断是否已读完所有状态信息表表项，如果是，则结束本虚拟帧周期的 ONU 信息老化过程，否则返回步骤 101 继续读取状态信息表。

10 本发明适用于由 OLT 控制 ONU 接入的主从系统，OLT 控制 ONU 的上行所有业务数据的转发接入包括 MPCP 或其他 MAC 消息，下行则为广播模式，数据在 ONU 处进行过滤接收，下行的发送调度也是基于优先级的，以 EF、MPCP、CPU/OAM、AF、DF 的优先级次序进行下行调度转发。

15 虽然通过参照本发明的某些优选实施例，已经对本发明进行了图示和描述，但本领域的普通技术人员应该明白，可以在形式上和细节上对其作各种各样的改变，而不偏离所附权利要求书所限定的本发明的精神和范围。

说明书附图

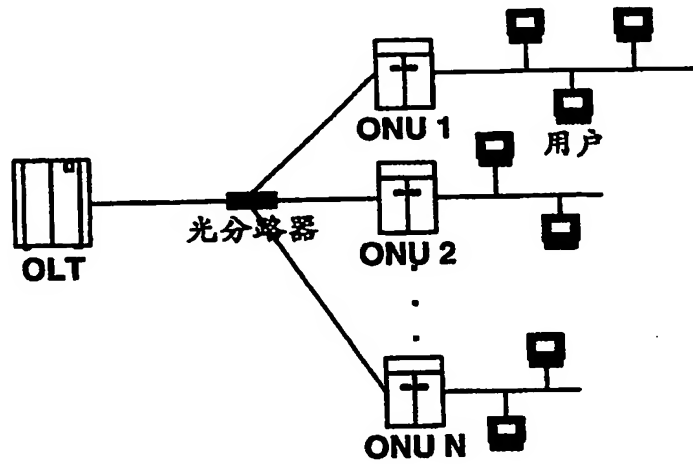


图 1

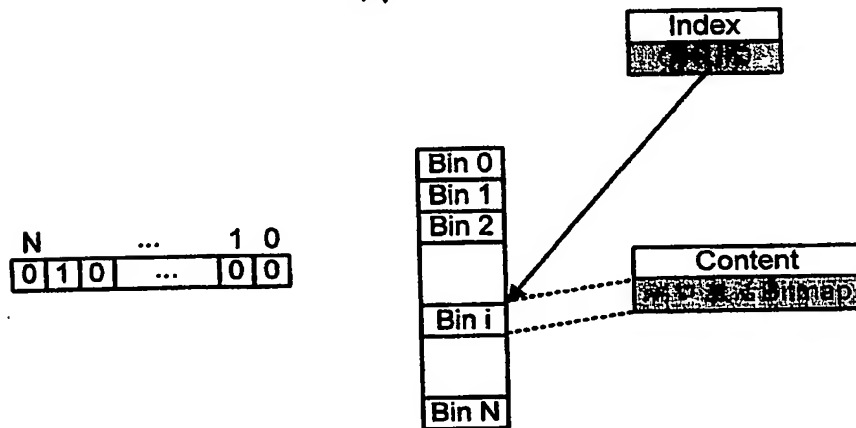


图 3

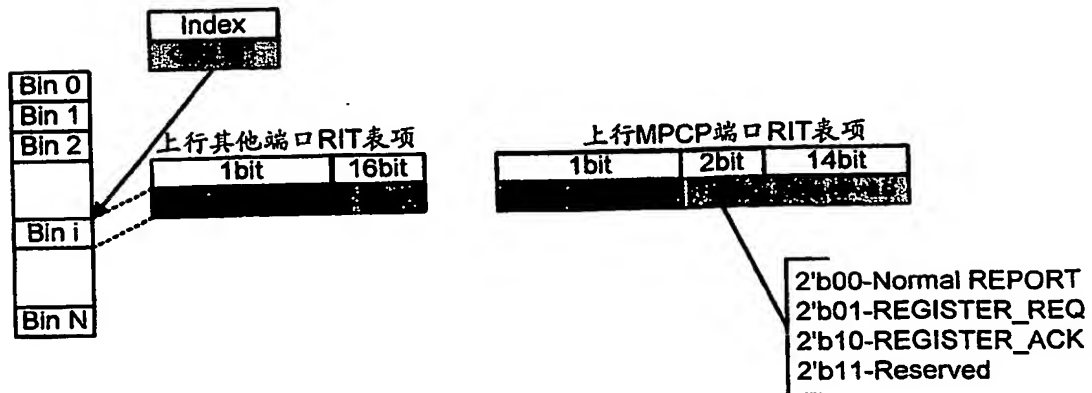


图 4

72

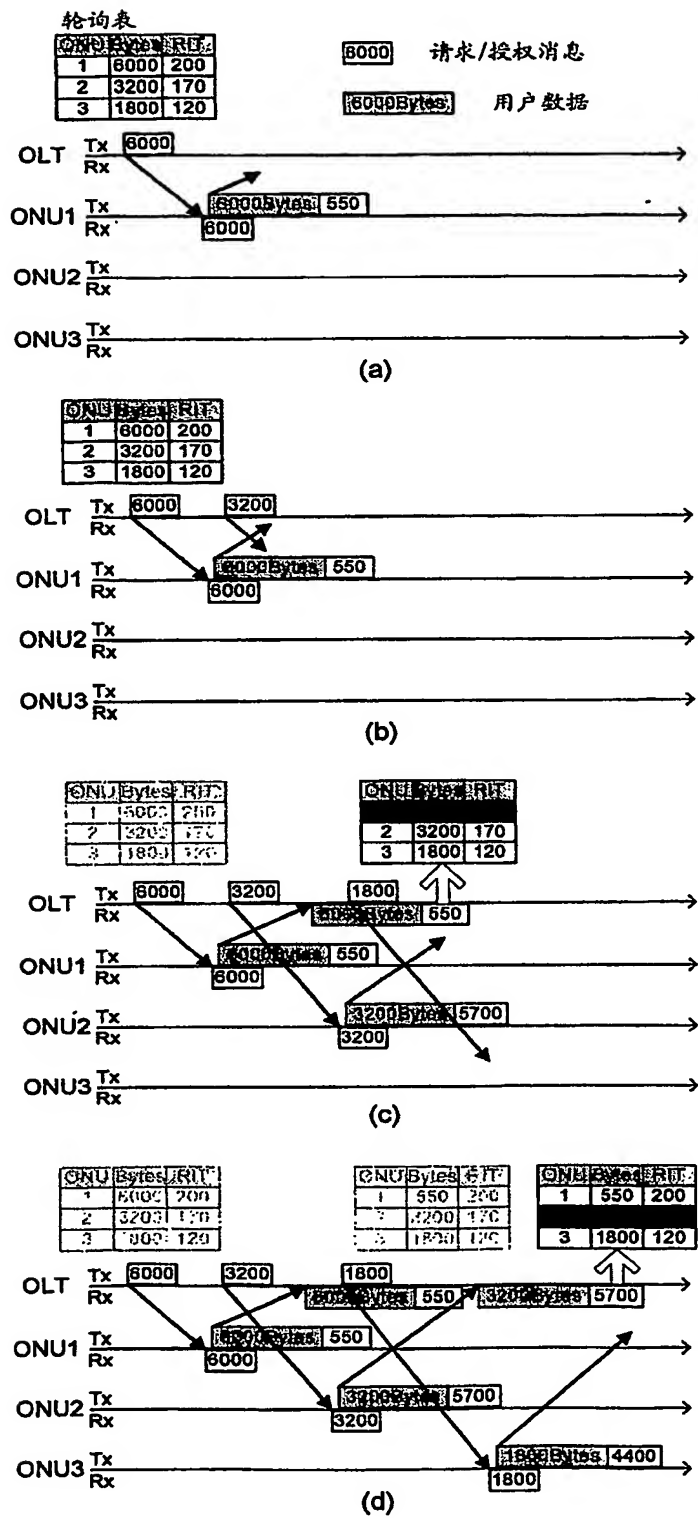


图 2

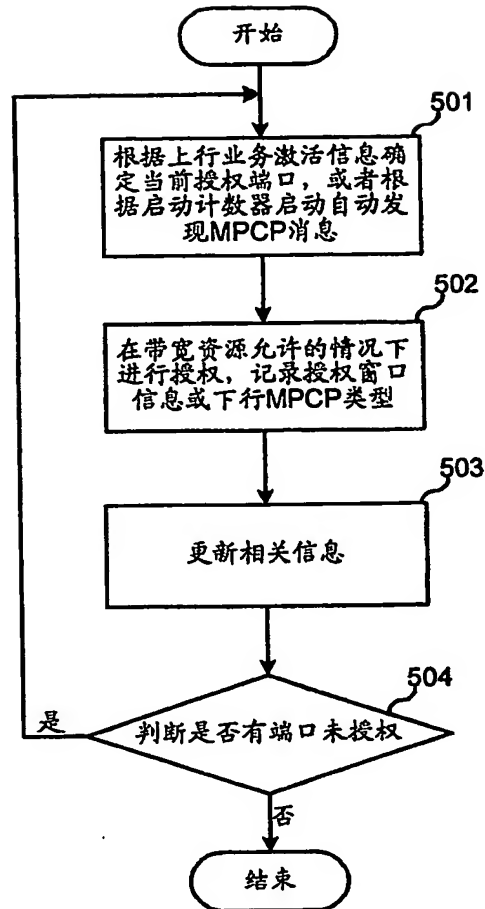


图 5

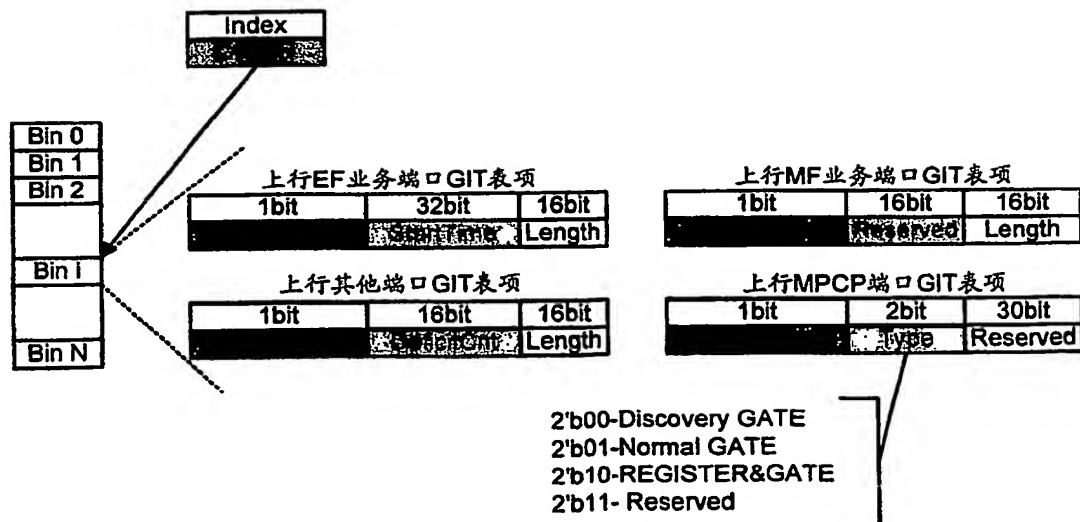


图 6

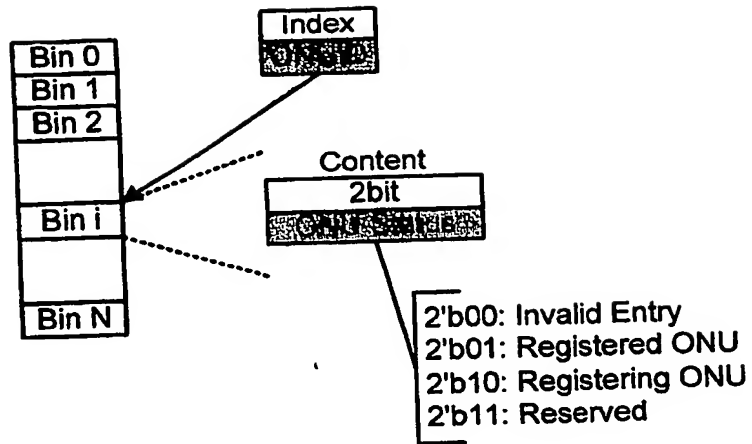


图 7

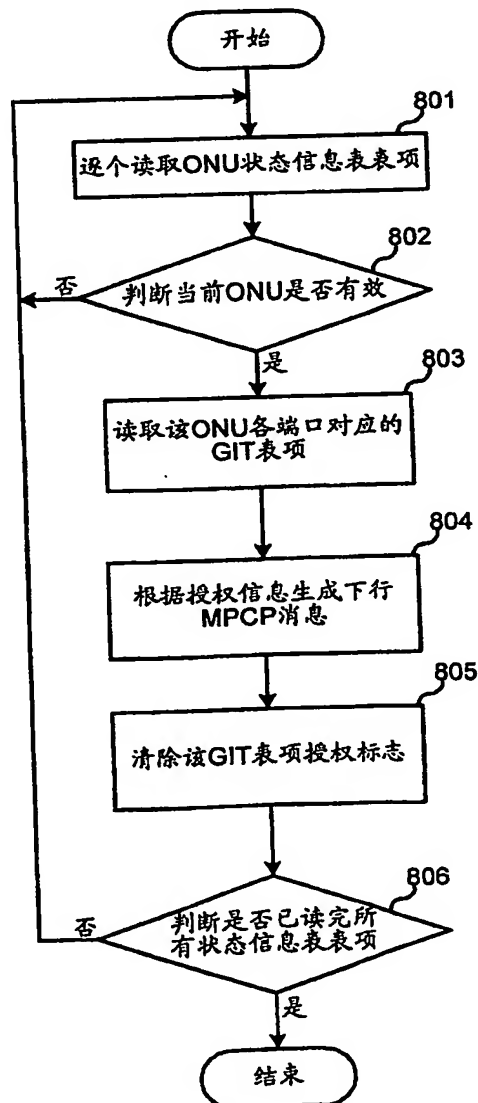


图 8

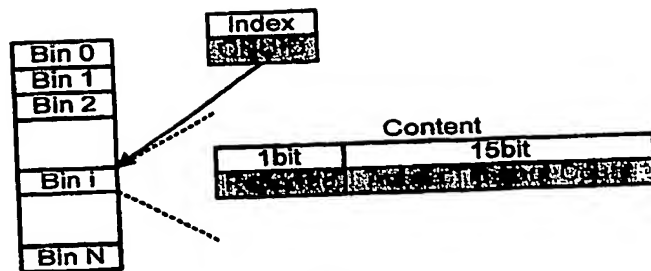


图 9

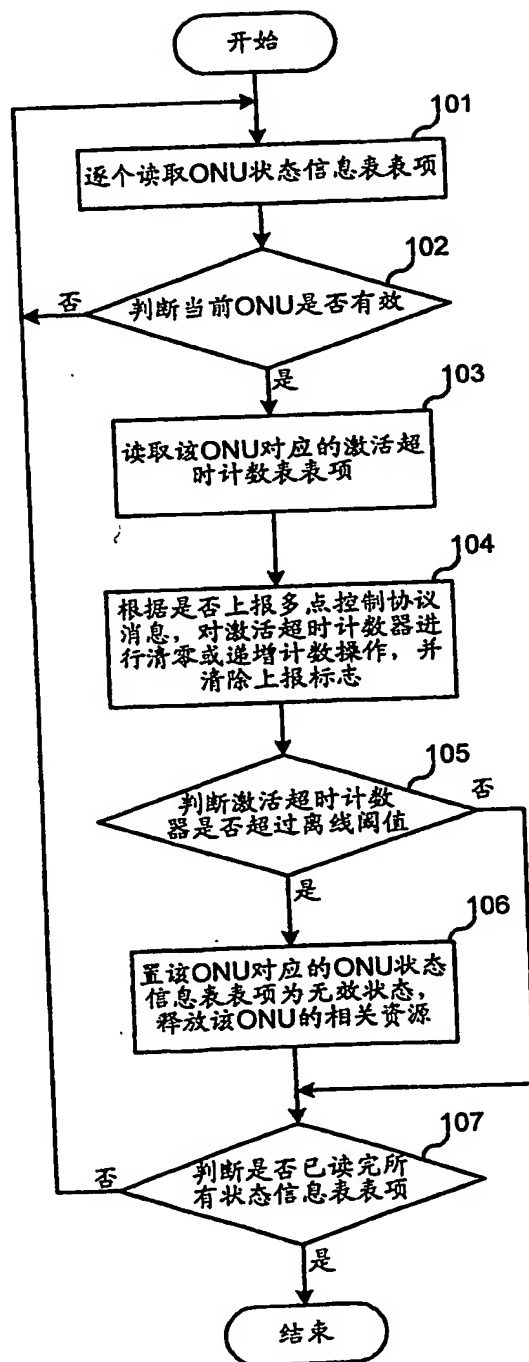


图 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.